

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-174377

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

G02B 27/22
H04N 13/00
H04N 13/02
H04N 13/04

(21)Application number : 09-361956

(71)Applicant : MR SYSTEM KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 10.12.1997

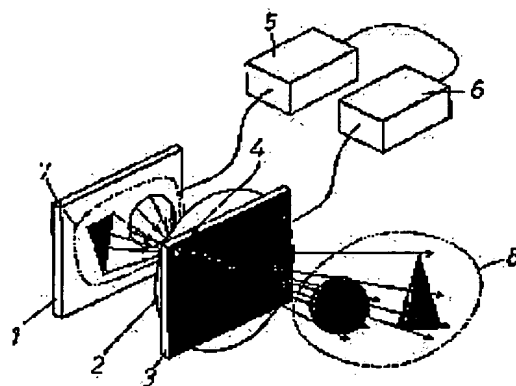
(72)Inventor : SUDO TOSHIYUKI
OZAKA TSUTOMU

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE REPRODUCING DEVICE AND THREE-DIMENSIONAL SUBJECT INFORMATION INPUT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a three-dimensional image reproducing device and a three-dimensional subject information input device which can observe a three-dimensional image in a natural state and record three-dimensional subject information.

SOLUTION: In this three-dimensional image reproducing device which enables a three-dimensional image to be observed at an observation position by reproducing the three-dimensional image of image information by utilizing an image display means 1 which display the image information, a spatial optical modulating means 3 which forms a fine aperture, an optical system 2 which is arranged nearby the spatial optical modulating means, and control means 5 and 6 which control the image display means and spatial optical modulating means so that part of the light beam projected through the fine aperture of the spatial optical modulating means and optical system as to the light beam from the image information displayed by the image display means passes a specific point in a three-dimensional space within a certain time, the interval between the two closest light beams which pass through the specific point and are made incident on the observation position is determined based on the pupil diameter of the observer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-174377

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

G 0 2 B 27/22

G 0 2 B 27/22

H 0 4 N 13/00

H 0 4 N 13/00

13/02

13/02

13/04

13/04

審査請求 未請求 請求項の数20 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平9-361956

(22) 出願日

平成9年(1997)12月10日

(71) 出願人 397024225

株式会社エム・アール・システム研究所
神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地

(72) 発明者 須藤 敏行

神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所
内

(72) 発明者 尾坂 勉

神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所
内

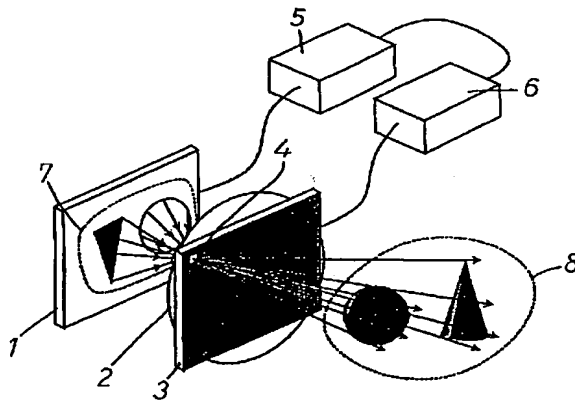
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 3次元像再生装置及び3次元被写体情報入力装置

(57) 【要約】

【課題】 自然な状態で3次元像の観察ができ、又、3次元被写体情報の記録ができる3次元像再生装置及び3次元被写体情報入力装置を得ること。

【解決手段】 画像情報を表示する画像表示手段と、微小開口を形成する空間光変調手段と、該空間光変調手段に近接して配置した光学系と、該画像表示手段で表示された画像情報からの光線が該空間光変調手段の微小開口と該光学系を介して出射する一部の光線が3次元空間内の所定の点を一定時間内に通過するように該画像表示手段と該空間光変調手段を制御する制御手段とを利用し、該画像情報の3次元像再生を行い、該3次元像を観察位置で観察する3次元像再生装置において、該所定の点を通過し、該観察位置に入射する最も近接する2つの光線の間隔を観察者の瞳孔径に基づいて決定していること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像情報を表示する画像表示手段と、微小開口を形成する空間光変調手段と、該空間光変調手段に近接して配置した光学系と、該画像表示手段で表示された画像情報からの光線が該空間光変調手段の微小開口と該光学系を介して出射する一部の光線が 3 次元空間内の所定の点を一定時間内に通過するように該画像表示手段と該空間光変調手段を制御する制御手段とを利用して、3 次元像再生を行い、該 3 次元像を観察位置で観察する 3 次元像再生装置において、該所定の点を通過し、

該観察位置に入射する最も近接する 2 つの光線の間隔を観察者の瞳孔径に基づいて決定していることを特徴とする 3 次元像再生装置。

【請求項 2】 前記観察位置に入射する最も近接する 2 つの光線の間隔を観察者の瞳孔径以下となるように決定していることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 3】 前記観察位置に入射する最も近接する 2 つの光線の間隔を 2 mm 以下となるように決定していることを特徴とする請求項 1 または 2 の 3 次元像再生装置。

【請求項 4】 前記空間光変調器の微小開口と前記光学系を通して出射する光線の最大径が観察者の瞳孔径以下となるように該空間光変調手段の構成を決定していることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 5】 前記空間光変調器の微小開口と前記光学系を通して出射する光線の最大径が 2 mm 以下となるように該空間光変調手段の構成を決定していることを特徴とする請求項 1 または 4 の 3 次元像再生装置。

【請求項 6】 前記制御手段は前記空間光変調器の微小開口の垂直方向の長さのみ該空間光変調手段の全領域の垂直方向の長さに等しくなるよう該空間光変調手段を制御していることを特徴とする請求項 1 または 4 の 3 次元像再生装置。

【請求項 7】 前記制御手段は前記空間光変調器の微小開口を前記一定時間内に該空間光変調手段の全領域を重複することなく移動するよう制御していることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 8】 前記一定時間は観察者の残像許容時間よりも短いことを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 9】 前記一定時間は 1/30 ～ 1/60 秒の範囲内であることを特徴とする請求項 1 または 7 の 3 次元像再生装置。

【請求項 10】 前記画像情報は再生すべき 3 次元像を前記空間光変調手段及び前記光学系を通して前記画像表示手段の画像表示面上へ逆投影したときの画像情報に等しいことを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 11】 前記空間光変調手段と前記光学系と前記画像表示手段がいずれも複数の領域に分割されてお

り、該光学系は分割された各領域ごとに光軸が異なり、該空間光変調手段は各領域ごとに単一の微小開口を形成し、該画像表示手段は各領域ごとに画像情報を表示することを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 12】 前記画像表示手段の複数の領域に分割された領域に表示された画像情報を形成する光が、前記光学系の対応する領域のみに入射するよう前記画像表示手段と前記光学系とで挟まれた空間に遮光性の仕切板を設けていることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 13】 前記制御手段は、前記画像情報および前記空間光変調器の微小開口の存在範囲を制御して、前記観察位置から見た前記 3 次元空間内の所定の点に指向性を与えていることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 14】 前記制御手段は、前記空間光変調器の微小開口と前記光学系を通して出射する 1 本の光線が前記 3 次元空間内の再生像上の複数の点を通過するとき、前記 3 次元空間内の所定の点が該微小開口から最も遠い点となるように制御して該再生像の隠面処理を行っていることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 15】 前記空間光変調手段の光入射側または光出射側に屈折部材を設けていることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 16】 前記制御手段に画像情報の反転手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 17】 前記空間光変調手段は透過型の液晶表示素子で構成されていることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 18】 前記空間光変調手段は前記画像表示手段よりも観察者側に配置されていることを特徴とする請求項 1 の 3 次元像再生装置。

【請求項 19】 請求項 1 から 18 のいずれか 1 項記載の 3 次元像再生装置の画像表示手段と画像撮像手段を入れ替え、前記空間光変調器の微小開口の位置を該 3 次元像再生装置と同様に制御しながら、該画像撮像手段上に投影された画像情報およびその時刻の該微小開口位置情報を時系列的に入力するようにしたことを特徴とする 3 次元被写体情報入力装置。

【請求項 20】 前記画像撮像手段に画像反転手段が設けられていることを特徴とする請求項 19 の 3 次元被写体情報入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は 3 次元像再生装置及び 3 次元被写体情報入力装置に関し、特に観察者の目が疲れず自然な状態で静止及び動く 3 次元像を再生し、該 3 次元像の観察ができる 3 次元像再生装置と、3 次元被写体を容易に撮像記録することができる 3 次元被写体情

報入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、立体物（3次元物体）を立体的に再生する方法として様々な方式が試みられている。これらのうち、両眼視差を用いて観察者に立体視を行わせる方法（偏光メガネ方式、レンチキュラ方式など）は広く利用されているが、眼の調節機能による立体認識と、両眼視差による立体認識との間に矛盾が生じるため、観察者は疲労や違和感を覚えることが少なくない。そこで、こうした両眼視差のみに頼らず、眼のその他の立体認識機能を満足する三次元的な像再生の方法が、数多く試みられている。

【0003】図38は特開平6-133340号公報で提案されているピンホールを利用したIP(Integral Photo)方式の「立体画像再生装置」の要部概略図である。この装置はピンホールパネル114とマルチ画像面112で構成されている。ピンホールパネル114には縦横に小間隔で並列的にピンホール113が配置されており、その他の部分は遮光性を有する。ピンホールパネル114の前面に被写体116が存在するとき、マルチ画像面112上には各々のピンホールを通過した光線による小画像111が形成される。

【0004】これらの小画像をすべてマルチ写真115として記録し再びマルチ画像面に配置すると、記録時に被写体116より発せられた光線を逆追跡するような光線が各ピンホール113を通過して出射し、被写体116同様の立体像を再構成することができる。ただし、記録・再生共に光線はピンホールの位置のみでサンプリングされるため、実際の被写体より発する光線のすべてを再構成することはできない。

【0005】そこで、特開平6-160770号公報ではピンホールパネル114とマルチ画像面112ともに動画像表示可能な電子的表示パネルを用い、時分割でピンホール位置を高速に移動し、各時刻でのピンホール位置に応じた小画像群をマルチ画像面112に高速表示して再生時の光線本数減少を防いでいる。観察者は眼の残像効果によって、輝度が向上し、かつピンホールパネル114全面から光線が放出されるような立体像を認識することができる。また、電子的表示パネルの使用により、動画立体像の再生も可能となる。

【0006】一方、同様の構成にてマルチ画像面112上に表示パネルの代わりに画像撮像素子を配置して、この3次元像再生装置専用の3次元被写体情報入力装置を構成することができるようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図38に示す立体画像再生装置は、多数の人がメガネなどの特殊な装置を付けずに同時に立体画像を観察できると共に、視点位置を変えて立体画像を観察することもできる。

【0008】しかしながら、図38に示す立体画像再生

装置には次のような問題点が存在する。

【0009】第1に、再生像の輝度を考慮するとピンホール径はある程度以下にすることはできないので、ピンホール通過後の光線の広がりがある程度大きくなることは避けられない。これにより再生像の解像度の低下を招く。

【0010】第2に、上記と同様の理由により、観察者の眼の焦点は画像面に合うことを余儀なくされ、両眼視差による認識との矛盾が生じ、観察者の眼に負担をかけてしまう。

【0011】第3に、マルチ画像面に記録される小画像の解像度がそのまま再生される立体像の解像度に反映されるので、十分な解像度の立体像を得るためには非常に高解像度の表示パネルを使用しなくてはならない。

【0012】本発明は、自然で疲労感がなく、3次元像の観察ができる3次元像再生装置及び簡単な構成により3次元被写体情報を実在の物体から入力し記録することができる3次元被写体情報入力装置の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の3次元像再生装置は、

(1-1) 画像情報を表示する画像表示手段と、微小開口を形成する空間光変調手段と、該空間光変調手段に近接して配置した光学系と、該画像表示手段で表示された画像情報からの光線が該空間光変調手段の微小開口と該光学系を介して出射する一部の光線が3次元空間内の所定の点を一定時間内に通過するように該画像表示手段と該空間光変調手段を制御する制御手段とを利用して、3次元像再生を行い、該3次元像を観察位置で観察する3次元像再生装置において、該所定の点を通し、該観察位置に入射する最も近接する2つの光線の間隔を観察者の瞳孔径に基づいて決定していることを特徴としている。

【0014】特に、

(1-1-1) 前記観察位置に入射する最も近接する2つの光線の間隔を観察者の瞳孔径以下となるように決定していること。

【0015】(1-1-2) 前記観察位置に入射する最も近接する2つの光線の間隔を2mm以下となるように決定していること。

【0016】(1-1-3) 前記空間光変調器の微小開口と前記光学系を通して出射する光線の最大径が観察者の瞳孔径以下となるように該空間光変調手段の構成を決定していること。

【0017】(1-1-4) 前記空間光変調器の微小開口と前記光学系を通して出射する光線の最大径が2mm以下となるように該空間光変調手段の構成を決定していること。

【0018】(1-1-5) 前記制御手段は前記空間光変調器の微小開口の垂直方向の長さのみ該空間光変調手段の全

領域の垂直方向の長さに等しくなるよう該空間光変調手段を制御していること。

【0019】(1-1-6)前記制御手段は前記空間光変調器の微小開口を前記一定時間内に該空間光変調手段の全領域を重複することなく移動するよう制御していること。

【0020】(1-1-7)前記一定時間は観察者の残像許容時間よりも短いこと。

【0021】(1-1-8)前記一定時間は $1/30 \sim 1/60$ 秒の範囲内であること。

【0022】(1-1-9)前記画像情報は再生すべき3次元像を前記空間光変調手段及び前記光学系を通して前記画像表示手段の画像表示面上へ逆投影したときの画像情報に等しいこと。

【0023】(1-1-10)前記空間光変調手段と前記光学系と前記画像表示手段がいずれも複数の領域に分割されており、該光学系は分割された各領域ごとに光軸が異なっており、該空間光変調手段は各領域ごとに単一の微小開口を形成し、該画像表示手段は各領域ごとに画像情報を表示すること。

【0024】(1-1-11)前記画像表示手段の複数の領域に分割された領域に表示された画像情報を形成する光が、前記光学系の対応する領域のみに入射するよう前記画像表示手段と前記光学系とで挟まれた空間に遮光性の仕切板を設けていること。

【0025】(1-1-12)前記制御手段は、前記画像情報および前記空間光変調器の微小開口の存在範囲を制御して、前記観察位置から見た前記3次元空間内の所定の点に指向性を与えていること。

【0026】(1-1-13)前記制御手段は、前記空間光変調器の微小開口と前記光学系を通して出射する1本の光線が前記3次元空間内の再生像上の複数の点を通過するとき、前記3次元空間内の所定の点が該微小開口から最も遠い点となるように制御して該再生像の隠面処理を行っていること。

【0027】(1-1-14)前記空間光変調手段の光入射側または光出射側に屈折部材を設けていること。

【0028】(1-1-15)前記制御手段に画像情報の反転手段が設けられていること。

【0029】(1-1-16)前記空間光変調手段は透過型の液晶表示素子で構成されていること。

【0030】(1-1-17)前記空間光変調手段は前記画像表示手段よりも観察者側に配置されていること。等の特徴としている。

【0031】本発明の3次元被写体情報入力装置は、(2-1)構成(1-1)の3次元像再生装置の画像表示手段と画像撮像手段を入れ替え、前記空間光変調器の微小開口の位置を該3次元像再生装置と同様に制御しながら、該画像撮像手段上に投影された画像情報およびその時刻の該微小開口位置情報を時系列的に入力するようにしたことを特徴としている。

【0032】特に、

(2-1-1)前記画像撮像手段に画像反転手段が設けられていることを特徴としている。

【0033】

【発明の実施の形態】図1は本発明の3次元像再生装置の実施形態1の要部概略図である。図中1は画像表示器(画像表示手段)で、たとえばCRT、液晶ディスプレイ、LEDマトリクスアレイパネル等の電子ディスプレイより成っている。画像表示器1の表示面上には画像(画像情報)7が表示されている。この画像7は適当な視野角を有しており上下左右の広い範囲から観察することができる。

【0034】画像表示器1は画像情報を表示可能なデバイスであればその他の画像形成手段を用いてもかまわない。プロジェクターのスクリーン部やレーザービーム等のスキャンによる画像形成面をこれにあててもよい。

【0035】2は光学系、3は微小開口を形成するピンホールパネルである。図1の構成では光学系2には凸レンズ(正レンズ)を用いている。ピンホールパネル3は透過型の空間光変調器(空間光変調手段)で構成しており、任意の位置の透過率を電子的に切り替え、光学的なピンホール4を形成することができるような、例えば液晶ディスプレイより成っている。

【0036】光学系2とピンホールパネル3は近接して配置されている。画像表示器1とピンホールパネル3はそれぞれ画像制御装置5とピンホール制御装置6によって駆動・制御している。二つの制御装置5、6は信号線で接続されていて相互に同期をとることができるようになっている。ピンホール4は一定周期Tでピンホールパネル3の全域を高速に移動している。ピンホール4の移動の順序としては例えば図2のように水平走査を上から下に行っていく方法や、図3のように垂直走査を右から左あるいは左から右に順に行っていく方法等が適用できる。

【0037】本実施形態では、全域を一定周期T内に重複なく走査すればどのような順序であってもかまわない。

【0038】図4～図6は本実施形態の一部分の平面図である。次に図4～図6の平面図を用いて、3次元空間内の点像a～cを再生する方法を説明する。図4はある時刻t1における3次元像再生装置の状態を示している。ピンホール4は図中の位置に存在している。画像表示器1上の画像形成光は様々な方向に発散するが、このうち観察者の眼に到達するのはピンホール4を通過した光線のみとなる。画像表示器1と光学系2は光学系の焦点距離fまたはそれ以上の微小距離だけ離れており、ピンホール4を通過する光は平行光もしくはそれに準ずる収束光のビームとしている。

【0039】時刻t1において再生したい点像a～cの位置とピンホール4、光学系2の位置は一意的に決定し

ているので、ピンホール4を通過後の光がどの方向に向かうかは画像表示器1上の画像情報によって制御することができる。たとえば、点像aを再生する光線を発生させるためには、点像aから光の進行方向に逆方向に放射され、ピンホール4を通り光学系2で屈折するような光線を逆トレースし、その光線と画像表示器1の表示面との交点1a'に点像aに対応する輝度を与えれば、しかるべき光線を生成することができる。同様に、空間内の他の点b、cの再生についても表示すべき情報1b'、1c'の位置が一意的に決定する。

【0040】前述したとおり、ピンホール4はピンホールパネル3の全面にわたって高速に移動している。図5は別の時刻t2における光束の進行状態を示している。ピンホール4は図中の位置に移動しているので、画像表示器1に表示すべき画像情報1a'、1b'、1c'もそれにあわせて変化する。ただし、画像情報1a'、1b'、1c'の位置の決定方法は時刻t1の場合に準じて行えばよく、ピンホール4がどの位置に存在しているも画像表示器1に表示すべき情報を一意的に決定することができる。

【0041】本実施形態ではピンホール4がピンホールパネル3の全域を移動する周期Tは人間の眼の残像許容時間(1/30~1/50秒)以下に設定されており、観察者はピンホール4の移動を認識することはできない。よって、周期T以上の時間が経過した場合、観察者は図6のようにピンホールパネル3の全面から3次元的な点像a、b、cを再生する光が放射されているかのように認識する。点像a~cをより多数の点像の集合に拡張すれば(画像表示器上でより多数の点像を表示すれば)、3次元的な面の表現が可能となり、本実施形態ではこれによって一般的な3次元像8の再生を行っている。

【0042】尚、本平面図での説明は3次元像の水平方向の結像位置についての説明であるが、垂直方向の結像位置についても全く同様に制御している。

【0043】ただし、上記の方法で実際の3次元物体の観察に近い自然な状態を再現するためには再生する光線が一定の条件を満たしていなくてはならない。本発明の原理によれば、再生される点像はすべて複数の光線(ビーム)の交点として表現されている。よってこれを認識するには少なくとも二本以上のビームが観察者の瞳の中に入射する必要がある。人間の眼の瞳孔径は2mm~7mm程度であるので、まず第一に上記のビーム径を直径2mm以下としている。また、観察者の瞳孔に少なくとも二本のビームが入射するためには、隣り合うビーム間距離がある程度小さくなくてはならない。

【0044】これを幾何学的に考察すると、図7のような位置関係を考慮する必要がある。つまり、ピンホールパネル3上での隣り合うビーム3a、3b間の距離をΔ、ピンホールパネル3から再生される点像Pまでの距離をLa、点像Pから観察者の瞳101位置までの距離

をLとすると、観察者の瞳101位置でのビーム3a、3b間の距離pは

【0045】

【数1】

$$p = \frac{\Delta \cdot L}{L_a}$$

と表され、距離pが2mm以内であれば、観察者の瞳孔に二本以上のビームが入射する状態となる。

【0046】よって、ピンホール4の大きさ、ピンホールパネル3の分解能、再生される点像位置、想定される観察者の観察位置等のパラメータが上記条件に基づいて設定されていれば、観察者は再生像を自然な3次元像として認識することができる。例えばピンホールパネル3から再生像Pまでの距離Laが300mm、再生像Pから観察者の瞳101位置までの距離Lが600mmの時、距離P≤2(mm)とするには、

【0047】

【数2】

$$\Delta \leq \frac{2 \cdot L_a}{L} = 1 \text{ (mm)}$$

よりピンホールパネル3の分解能は1mm以下にすればよい。

【0048】また、画像表示器1に表示する画像情報を制御することによって再生像を形成する光に指向性を与えることができる。

【0049】図8はこの方法の説明図である。例として点像Pの再生を考える。ピンホール4がピンホールパネル3上のどの位置にあるときも、点Pを再生する光線をすべてを再生すると点像Pは観察者AとBの双方に観察されることになる。しかしピンホールが図中のA領域に存在するときのみ光線が再生され、B領域に存在するときは点像Pを再生する光線を発生させないように、画像情報を制御してやると、点像Pを再生する光束は観察者Aにしか観察されないような指向性を持った光束となる。こうした性質をうまく利用することにより再生すべき点像数を最小限に抑え、かつ再生像において隠面処理をも実行することができる。

【0050】図9~図17はこの方法の説明図である。図9は点像再生の基本概念を示している。ピンホールパネル3上にa~dの4つのピンホールの存在位置を想定する。これらから出射する光線の集合によって三次元像A上の点Xoを再生するためには、各光線をそれぞれ点Xoで交わるような方向に出射させればよい。このとき、各光線は点Xoの他にこの三次元像Aと点Xa、Xb、Xc、Xdで交わるが、それらの点は光線の集束点とはなっていないので、3次元的な点像とは認識されない。

【0051】このように、本発明においては光線の集束点のみが再生される点像となり、光線の集束する、しないは、ピンホールの位置と画像表示器1に表示される画

像情報によって制御される。

【0052】上記のような概念に基づけば、3次元像の再生時に再生像点数を最小限に抑制し再生の効率を向上させることができる。図10～図13においてはいずれもピンホールaの存在位置としてa～dの4点を、再生する点像として像A上の点X1～X4を想定している。

【0053】図10においてピンホールaから出射する光線は点X2を通るものを除いていずれも像Aとの交点を2点以上有する（点X2では光線は像Aに接している）。しかし、観察者は1つの光線上に2点の再生点を認識する必要はない。観察者が認識すべき点像はこれらの点のうち出射点から最も遠い点（最も観察者よりの点）の像のみであるべきである。

【0054】図10でいうと点X1よりも点X1'、点X3'よりも点X3、点X4'よりも点X4の方が遠くにあるのでピンホールaからの光線の再生対象点は点X1'、X2、X3、X4となる。このようにピンホールaからの出射光線と像Aとの交点のうち、より点Aから遠くにある点の集合は再生の対象点とされ、図中の太実線で示された範囲に存在する。

【0055】逆に、ピンホールaからの出射光線と像Aとの交点のうちよりピンホールaの近くにある点の集合は再生対象外の点とされ、図中の細点線で示された範囲に存在する。再生の対象となった点については前述したように、ピンホールパネル3上のピンホール位置および画像表示器1上の画像情報によって制御される。ピンホールaに限らず他のピンホール位置からの光線についても、同様に再生対象点と再生対象外の点を決定することができ、それぞれの範囲が図11～図13中に太実線と細点線とで示されている。各出射点ごとの主要再生対象点をまとめた次の表のようになる。

【0056】

【表1】

ピンホール位置	再生対象点			
a	X1'	X2	X3	X4
b	X1'	X2	X3	X4
c	X1	X2	X3	X4
d	X1	X2	X3	X4

このように各ピンホール位置a～dから最も遠い像点のみを再生対象点とすることで像Aを形成する点のすべてを再生する必要がなくなり、かつ1つのピンホールからの光線の出射方向制御を画像表示器1によって一周期の間行うだけで1つの像の再生がすべて済んでしまう。

【0057】さらに、上記の方法を応用して立体像同士の隠面処理も可能となる。この方法について図14～図17）を用いて説明する。図示されたように、像Aと像Bの2つの3次元像を再生する場合、観察される方向によっては一方が他方に隠れてしまうことがあるが、こ

した場合も再生対象点の選択・制御によって十分表現可能となる。

【0058】たとえば、図14においてピンホールaから出射する光線と再生像A、Bの交点のうち、像A、像Bを通じてピンホールaから最も遠い点は図中の太実線の範囲に存在しており、これらを再生対象点とし、それ以外の図中細点線で示された範囲の点を再生対象外とすれば、隠面は再生されない。ピンホールaに限らず他の位置のピンホールb～dからの光線についても、同様に再生対象点と再生対象外の点を決定することができ、それぞれの範囲が図15～図17中に太実線と細点線とで示されている。このような方法の像再生をピンホールパネル3上の全面において適用して、再生される3次元像の隠面処理を行っている。

【0059】CG（コンピューターグラフィックス）等のように3次元像の情報が既知のものの場合、上記のような一連の画像データ生成をコンピューターで行うことができる。コンピューターはピンホールの位置と画像情報を一組にして時系列的に生成し、前記の制御装置5、6に送信する。これらのデータは生成後一度、動画像情報として格納し、その後、制御装置5、6に送信することもできる。

【0060】本実施形態においては観察者の頭部位置情報を検出する頭部位置検出手段を組み合わせる構成により、再生像データの生成と像再生を高速化している。図18はこの方法の原理説明図である。

【0061】図18において9は観察者の頭部位置を検出するステレオカメラより成る頭部位置検出手段10からの信号を処理する画像処理部である。画像処理部9はステレオカメラ10によって得られたステレオ画像を分析して、観察者の頭部位置を検出している。頭部位置のデータは画像制御装置5に送られる。観察者の頭部位置が特定して、その存在範囲にのみ像再生用の光線を放射している。そして画像表示器1上の画像表示範囲とピンホールパネル3上のピンホール存在範囲を狭い範囲に限定している。これにより再生像データを生成する計算量を軽減し、画像表示器1およびピンホールパネル3の駆動すべき範囲を狭くして、1つの画像を再生するために要する時間を大幅に短縮している。

【0062】本実施形態における光学系2は画像表示器1からの発散光を平行光またはそれに準ずる収束光に変換している。よって、この役割を果たすものであればその他の光学系で代替してもよい。この光学系2はピンホールパネル3のどちら側においてもよく、両方に分かれて存在していてもよい。

【0063】図19は光学系2として2つの正レンズ2a、2bを用い、それらをピンホールパネル3の前後に配置した例である。これにより光学系全体の焦点距離が短くなり、ピンホールパネル3と画像表示器1との距離を小さく抑えている。画像表示器1からの光を収束光に

交換する場合、ピンホール通過後のビーム径が最小となる位置は再生する3次元像の近傍であることが望ましい。

【0064】これは、(イ)ビームの広がりによる再生像の解像度低下を防ぐ、(ロ)観察者の目の調節機構に対する矛盾を最小限に抑える、の2つの目的を達成するためである。

【0065】例えば光学系2全体の焦点距離が250mm、光学系2の主平面位置から3次元像までの距離がおおよそ500mm前後であるとする、光学系2の主平面位置から画像表示面までの距離を500mm程度にすれば、解像度が高く観察者に不自然さを感じさせない3次元像を再生することができる。

【0066】本発明の3次元像再生装置ではピンホールを用いて光線を生成し、それを時間的に前後して集積することで3次元像形成光を再生している。しかし、微小なピンホールをきわめて短い時間内に走査するためには、高速な空間光変調器と高帯域の制御手段の両方が必要となる。

【0067】そこで、本実施形態では観察者の立体認識においてあまり重要ではない3次元像の垂直方向視差を破棄し、ピンホールの代わりに垂直方向に細長いスリットを使用することでこの問題を解決している。例えば、ピンホールまたはスリットが全面を走査する周期を1/30秒として、縦150mm、横200mmのピンホールパネル上で分解能1mmのピンホールまたはスリットを形成する場合にピンホールパネルに要求されるフレームレート(画像書き換え周波数)をそれぞれ求めると、ピンホールの場合は900KHz、スリットの場合は6KHzとなり、スリット走査の方が圧倒的にフレームレートが低いことがわかる。

【0068】図23は3次元像再生装置において微小開口としてピンホールの代わりにスリット19を形成する構成を例示したものである。スリットパネル3c上に形成される開口は前述のピンホール同等の幅とピンホールパネルと同等の高さを有する縦長のスリット19である。スリット19はスリットパネル3c上を右から左、または左から右に高速移動するが、ピンホールの走査同様パネル3cの全域を一定周期内に重複なく走査すればどのような順序であってもかまわない。

【0069】画像表示器1に表示する画像情報はピンホールの場合と同様のやり方でスリット位置に応じて生成する。ただし、垂直方向の視差を持たないので観察者の認識する3次元像の垂直方向のビントは、常に光学系(レンズ)2と画像表示器1との位置関係で一意的に定まる結像面上にある。

【0070】例えば、図24の側面図で示されたようにレンズ2と画像表示器1の距離がレンズの焦点距離 f の2倍 $=2f$ である場合、画像情報はレンズ2から $2f$ 離れた位置に結像する。スリット19は垂直方向に細長い

ので、観察者は水平方向にはビントの手がかりがないが、垂直方向については上記の結像位置をビントの手がかりとする。よって垂直方向の結像位置は図24の例のように再生される3次元像8の近傍にあることが望ましい。

【0071】これは上記に述べた最適なビーム収束位置に等しい。ただし、水平方向のビーム収束特性と垂直方向のビント位置を独立に制御したい場合は、シリンドリカルレンズやアナモフィック光学系を光学系2として用いて垂直方向の屈折力と水平方向の屈折力を異ならせても良い。

【0072】次に、上記3次元像再生装置用の3次元像データを入力する3次元被写体情報入力装置および方法について説明する。図20は本発明の3次元被写体情報入力装置の要部概略図である。本実施形態では前述の通り3次元像再生装置は光線の再構成によって3次元像を再生する。よって3次元像データを入力するには物体から発せられる光を多数の光線に分解し、個々の光線の情報を記録している。撮像装置の構成方法として最も簡便な方法は図20に示すように図1の3次元像再生装置と同様の構成で、画像表示器1の代わりに画像撮像器11を用いる方法である。

【0073】図20において撮像装置は上記再生装置と同様にピンホール制御装置6によって駆動・制御されるピンホールパネル3と光学系2を有するが、画像表示器1の代わりに画像撮像器11を配置している。画像撮像器11にはCCD(固体撮像素子)、撮像管などを使用している。被写体12から発せられた光はピンホール4を通過した光線のみが画像撮像器11に到達し、それらの集合が画像情報となって撮像される。再生装置と同様にピンホール4はピンホールパネル3上を高速に移動し、画像情報はそれに応じて刻々と変化する。

【0074】このように変化する画像情報は動画情報として画像撮像器制御手段13に送信され、動画像記録手段14に記録される。このとき画像情報と共に撮像時のピンホール位置を示す信号も同時に記録される。再生時には上記画像情報信号とピンホール位置情報信号が画像制御装置5およびピンホール制御装置6に送信され、適当な画像とピンホールが形成される。

【0075】ただし、上記の方法で得られた画像情報をそのまま画像表示器に表示すると再生される3次元像は逆立体視像となる。次に図34、図35を用いてこの現象を説明する。図34は前述した3次元被写体情報入力装置の要部平面図である。図に示すように3次元被写体12が配置されている場合、この入力装置からは三角形の被写体が手前に、円形の被写体が奥に見え、被写体12の点線で示された側の情報が入力される。

【0076】もしもこの情報を、図35のように入力時と同様に配置した再生装置で再生すると、観察者は被写体12を入力装置の反対側から眺めたような像8を観察

することになる。つまり、三角形型の被写体が奥に、円形の被写体が手前に見え、像 8 のうち観察者から遠い側である点線で示された側の情報が見えてしまう。

【0077】こうした逆立体視状態の像を正立体視状態で観察できるように戻すためには、いったん逆立体視状態になった像を再度 3 次元被写体情報入力装置で入力し、それを再生装置で再生すればよい。ただし、3 次元被写体情報入力装置をもう一台用意する必要はなく、3 次元被写体情報入力装置を用いて再度被写体情報を入力したのと等価な画像変換処理をコンピュータ内で仮想的に行ってやればよい。図 36 はこの方法を示している。

【0078】図 34 に示した要領で入力された 3 次元被写体情報は 2 次元画像情報の集合となって動画像記録手段 14 に記録されている。コンピュータ 32 は、これらの情報に基づき仮想的な再生装置 30 を用いて再生した 3 次元像 8' を構成するすべての光線の情報を求めることができる。(なぜなら、再生装置の構成が既知である以上、再生装置の画像表示器 1 に何らかの情報が表示されたとき、その画像情報とピンホール 4 の位置情報、光学系 2 の特性情報から、ピンホール 4 より出射する光線の情報は一意的に決定するからである。) 3 次元像 8' を構成するすべての光線の情報がわかれば、それを仮想的な被写体情報入力装置 31 を用いて入力して得られる動画像情報もまた計算によって求めることができる。

【0079】ただし、ある瞬間に仮想的な再生装置 30 のピンホール 4 と仮想的な被写体情報入力装置 31 のピンホール 4 とを同時に通過する光線は一本しかないもので、それぞれのピンホール 4 を同期させて移動すると、3 次元像 8' の情報を正しく得ることができない。よって図 37 に示すような方法で計算を行い、正しい光線情報を得るべきである。

【0080】仮想的な再生装置 30 のピンホール 4 の位置座標はピンホールパネル 3 の面内で 2 次元的に (i, j) と表され、これらは時刻 t に依存するので $(i(t), j(t))$ と表される。仮想的な再生装置 30 の画像表示器 1 面内の座標 (m, n) における輝度情報 L もまたすべて時刻に依存して変化するので関数 $L(m(t), n(t))$ で表される。時刻 t においてピンホールを通して出射する光線の分布は画像表示器 1 面内の $L(m(t), n(t))$ の分布とピンホールパネル 3 上のピンホール位置 $(i(t), j(t))$ によって一意的に決定する。

【0081】ピンホール 4 がピンホールパネル 3 の全領域を移動する周期を T とすると、仮想的な 3 次元像 8' を構成するすべての光線の情報は、一周期 T 内における画像表示器 1 面内の $L(m(t), n(t))$ のすべての分布とピンホールパネル 3 上のすべてのピンホール位置 $(i(t), j(t))$ によってやはり一意的に決定する。仮想的な被写体情報入力装置 31 はこうして得られたすべての光線情報より、ある瞬間 s において $(i'(s), j'(s))$ の位置にあ

るピンホールを通過して画像撮像器 11 に到達した光線の輝度情報 $L'(m'(s), n'(s))$ の集合を画像情報として得て、一周期 T 内のすべての $L'(m'(s), n'(s))$ の集合を繰り返して求めてゆけば、所望の動画像情報を得ることができる。

【0082】このようにして得られた動画像情報を用いて実際の再生装置にて 3 次元像再生を行えば、その 3 次元像は図 36 に示したような正立体視像となっている。

【0083】上記の構成例では画像撮像器 11 として画像表示器 1 と同じ大きさのものを使用しているが、大型の画像撮像器が利用できない場合には、図 21 のように撮像面にスクリーン 15 を配置し、スクリーン 15 上に一度画像を形成してからその画像を撮像光学系 16 を介して小型の画像撮像器 17 に入力する方法をとるようにしても良い。また図 22 のようにスクリーン 15 の代わりに大口径のリレーレンズ 18 を配置してもよい。

【0084】図 25 は本発明の 3 次元像再生装置の実施形態 3 の要部概略図である。

【0085】本実施形態はピンホールの走査領域、画像情報の表示領域を分割することによりピンホールパネル 3 や画像表示器 1 に要求されるフレームレートを低く抑えている。図 25 ではピンホールパネル 3、画像表示器 1 は複数の領域に分割され、それぞれ独立に駆動可能な状態にある。ピンホールパネル 3 の隣り合う領域同士は連続的であって、観察者から領域の分割は認識されない。ピンホール 4 は各領域内で各々実施形態 1 と同様に走査している。20 はピンホールパネル 3 近傍の光学系であり、図 26 に示すようなレンズアレイ 20 を用いている。レンズアレイ 20 の個々のレンズ 20a の位置・大きさは上記ピンホールパネル 3 の分割された領域に対応している。

【0086】実施形態 1 と同様、画像表示器 1 上には再生する 3 次元像がピンホール 4 を通して光学系 20 により逆投影された像を表示している。これによって画像表示器 1 上に表示すべき画像情報はレンズアレイ 20 及びピンホール 4 と同数存在する。各画像情報は分離して存在することから、画像表示器 1 の分割は不連続であってもよく各領域ごとに画像表示器 1 が分離されていても良い。画像制御装置 5、ピンホール制御装置 6 は各領域の画像情報とピンホールを並列かつ独立に制御するものを用いている。これによってそれぞれの制御装置を領域の分割数と同数用意し、すべて並列に接続して制御してもよい。

【0087】領域分割の第一のメリットはピンホールパネル 3 に要求されるフレーム周波数を低く抑える点にある。これはピンホールの走査面積が縮小し、一定周期内に形成すべきピンホールの数が減少するからである。

【0088】例えば、ピンホールの走査周期を 1/30 秒として、縦 150mm、横 200mm のピンホールパネル上で分解能 1mm のピンホールを形成・走査する場合、パネル全面

を走査するためにパネルに要求されるフレームレートは900KHzとなる。しかしこのピンホールパネルを縦3分割横4分割して縦50mm、横50mmの12の領域に分割した場合、一つの領域内を走査するためにピンホールパネルに要求されるフレームレートは75KHzに抑えることができる。

【0089】従ってピンホールパネルの各領域を並列に制御できるのであれば、ピンホールパネル全体に要求されるフレームレートも75KHzとすることができる。もちろん、実施形態1に示したようにピンホールをスリットに置き換えても良く、これによれば、一層のフレームレート抑制の効果が得られる。

【0090】領域分割の第二のメリットは装置本体の奥行きを短くできることにある。アレイ化した個々の光学系の焦点距離は実施形態1の光学系より短くできるため、領域を分割した場合は光学系から画像表示器までの距離も短くすることができ、装置全体の奥行きが短くなる。

【0091】ただし、光学系のアレイ化によって必ずしも画像情報が分離されるとは限らない。画像表示器1上に表示すべき3次元像a～cの逆投影画像は複数に分かれるが、例えば図27のように個々のレンズ20aの倍率が小さい場合、画像表示器1上で隣り合う逆投影画像同士が干渉しあってしまう。これでは3次元像を正しく再生することはできない。

【0092】そこで本実施形態では図28に示すように逆投影画像同士が干渉しあわないようレンズ20aの焦点距離を設定している。また、図29に示すようにレンズアレイ20と凸レンズ（正レンズ）21を組み合わせることにより、3次元像の逆投影画像の周辺倍率が大きくなったり、逆投影画像の存在範囲が画像表示器1からはみ出すのを防いでいる。この場合、画像表示器1の分割領域は等面積でしかも各領域に表示すべき画像情報の倍率を均一にすることができる。もちろんレンズアレイ20と凸レンズ（正レンズ）21、ピンホールパネル3の順番はいかようにも変更できる。

【0093】さらに、領域分割を行った場合、図30に示すように一つのピンホール4を複数の画像情報光が通過してしまうことがある。これを防ぐために図31に示すようにピンホールパネル3と画像表示器1の間に分割領域を仕切る遮光性の仕切り板22を設けている。

【0094】領域分割の構成においてピンホールをスリットに置き換える場合、レンズアレイとしては図32のような複数のシリンドリカルレンズを配列したレンチキュラーレンズ23を、ピンホールパネル3上の開口部は図33に示すような複数のスリット19を生成すればよい。

【0095】また、本実施形態の再生装置用の3次元像情報の入力装置においては、画像表示器、光学系、ピンホールパネルともに同様の領域分割が行われ、それぞれ

同様に配置され制御している。

【0096】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、自然で疲労感がなく、3次元像の観察ができる3次元像再生装置及び簡単な構成により3次元被写体情報を実在の物体から入力し記録することができる3次元被写体情報入力装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の要部概略図

【図2】図1の空間光変調手段の説明図

【図3】図1の空間光変調手段の説明図

【図4】図1の一部分を通過する光線の説明図

【図5】図1の一部分を通過する光線の説明図

【図6】図1の一部分を通過する光線の説明図

【図7】図1の一部分を通過する光線の説明図

【図8】図1の3次元像の再生の説明図

20 【図9】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図10】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図11】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図12】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図13】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

30 【図14】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図15】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図16】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図17】図1の空間光変調手段から出射する光線の光路説明図

【図18】本発明の3次元像再生装置の実施形態1に頭部位置検出手段を設けた概略図

40 【図19】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の一部分を変更したときの概略図

【図20】本発明の3次元被写体情報入力装置の実施形態2の要部概略図

【図21】本発明の3次元被写体情報入力装置の実施形態2の一部分を変更したときの概略図

【図22】本発明の3次元被写体情報入力装置の実施形態2の一部分を変更したときの概略図

【図23】本発明の3次元被写体情報入力装置の実施形態2の一部分を変更したときの概略図

50 【図24】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の要部側面図

【図25】本発明の3次元像再生装置の実施形態3の要部概略図

【図26】図25の一部分の説明図

【図27】図25の一部分の要部側面図

【図28】図25の一部分の要部側面図

【図29】図25の一部分の要部側面図

【図30】図25の一部分の要部側面図

【図31】図25の一部分の要部側面図

【図32】図25の一部分を変更したときの説明図

【図33】図25の一部分を変更したときの説明図

【図34】本発明の3次元被写体情報入力装置の実施形態2の要部側面図

【図35】本発明の3次元被写体情報入力装置の実施形態2の要部側面図

【図36】本発明に係る3次元被写体情報入力装置と3次元像再生装置との説明図

【図37】本発明の3次元被写体情報入力装置の実施形態2の要部側面図

【図38】従来の3次元像再生装置の要部概略図

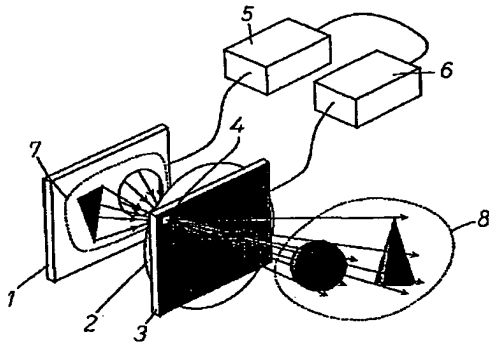
【符号の説明】

- 1 画像表示手段
- 2 光学系
- 3 空間光変調手段（ピンホールパネル）

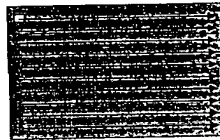
- * 4 ピンホール
- 5 画像制御手段
- 6 ピンホール制御手段
- 8 3次元像
- 9 画像処理部
- 10 頭部位置検出手段
- 11 画像撮像器
- 12 被写体
- 13 画像撮像器制御手段
- 10 14 動画像記録手段
- 15 スクリーン
- 16 撮像光学系
- 17 画像撮像器
- 18 大口径リレーレンズ
- 19 スリット
- 20 光学系（レンズアレイ）
- 21 正レンズ
- 22 遮光板
- 23 レンチキュラーレンズ
- 20 30 再生装置
- 31 被写体情報入力装置
- 32 コンピュータ

*

【図1】



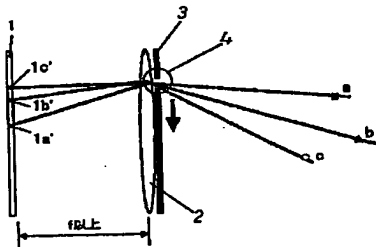
【図2】



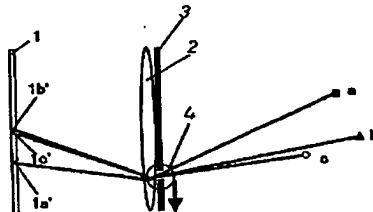
【図3】



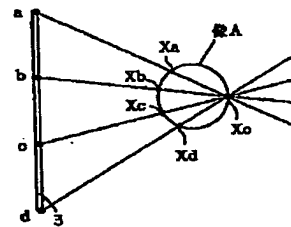
【図4】



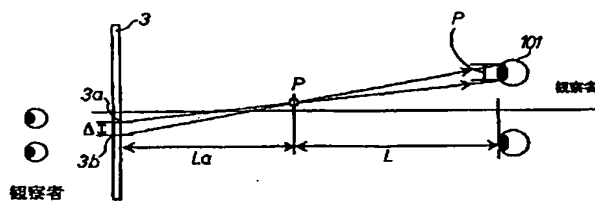
【図5】



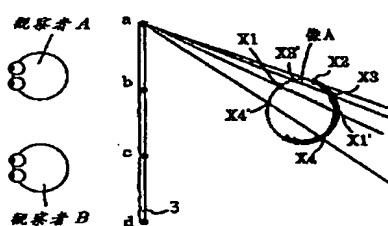
【図9】



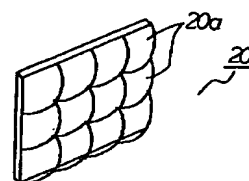
【圖 7】



【圖 10】

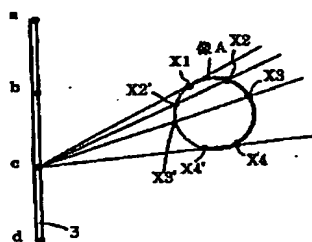


【圖 26】



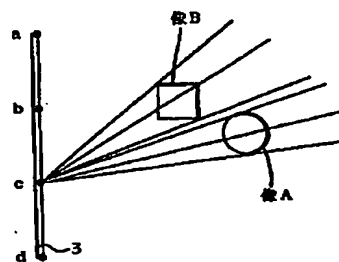
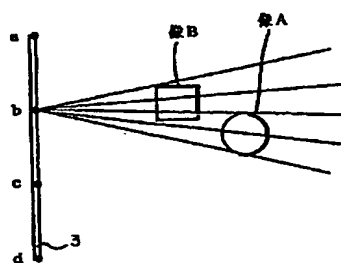
【圖 13】

【圖 12】

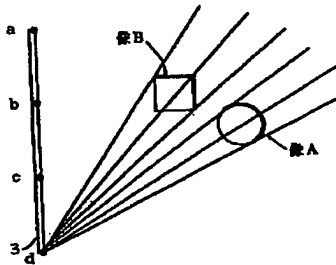


【圖 16】

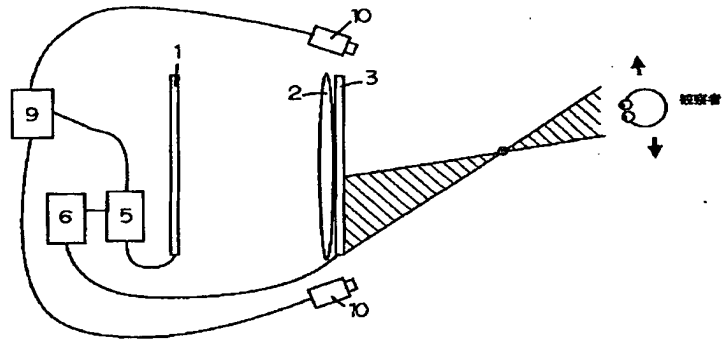
【圖 15】



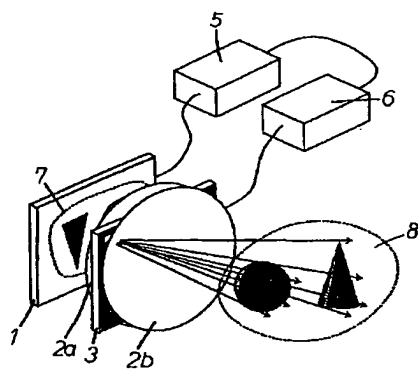
【図17】



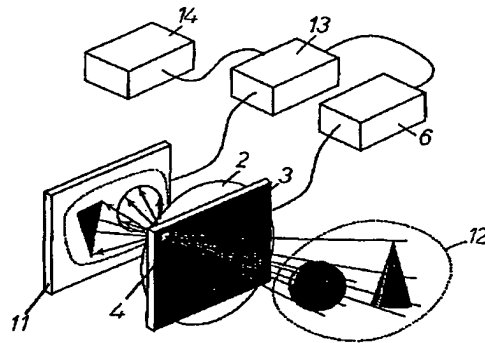
【図18】



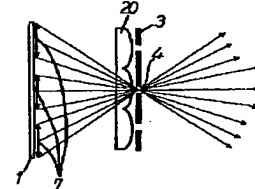
【図19】



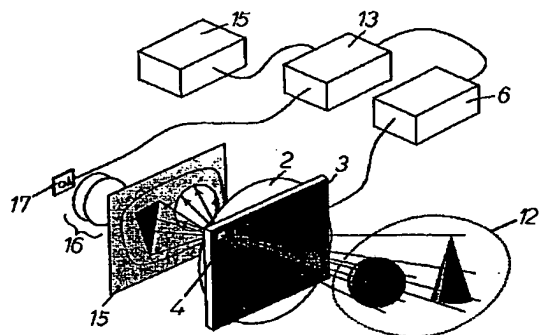
【図20】



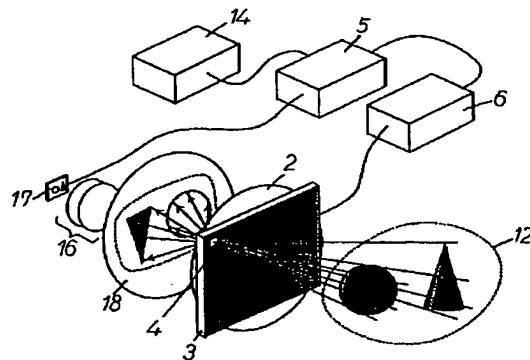
【図30】



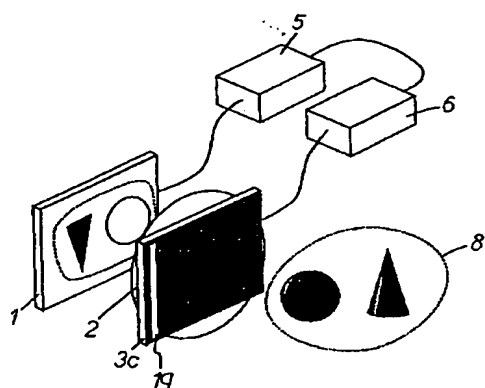
【図21】



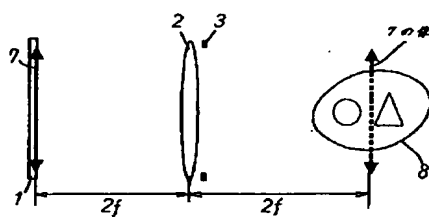
【図22】



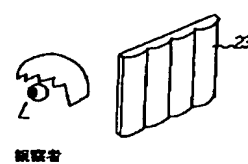
【図23】



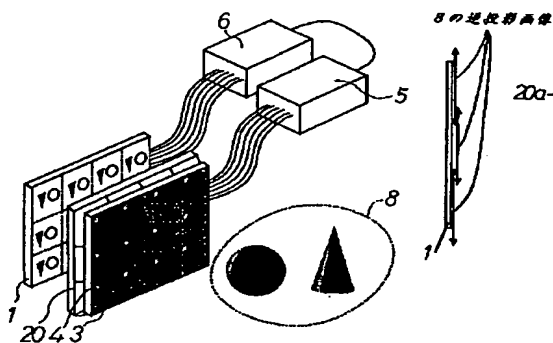
【図24】



【図32】



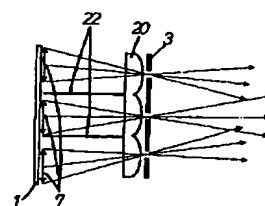
【図25】



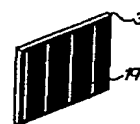
【図27】



【図31】

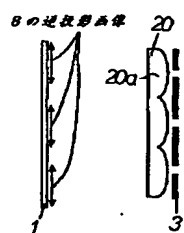


【図33】

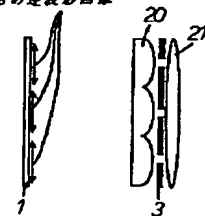


【図29】

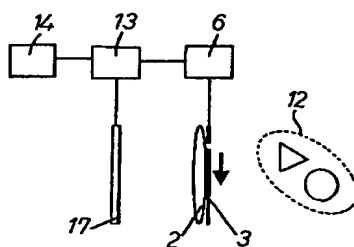
【図28】



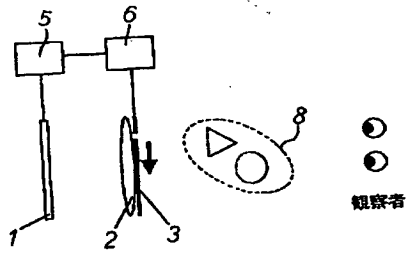
8の逆投影画像



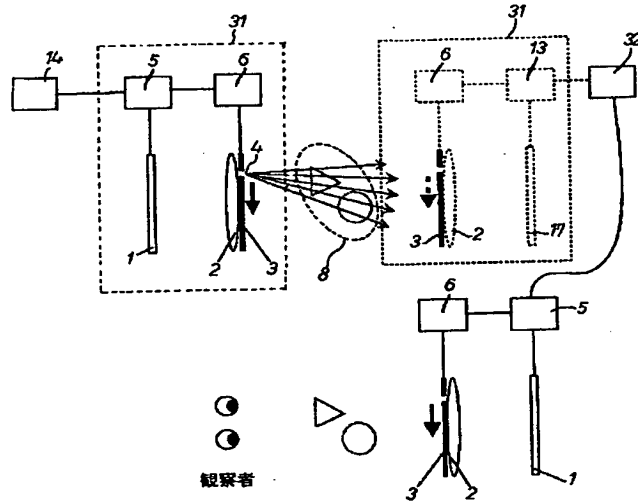
【図34】



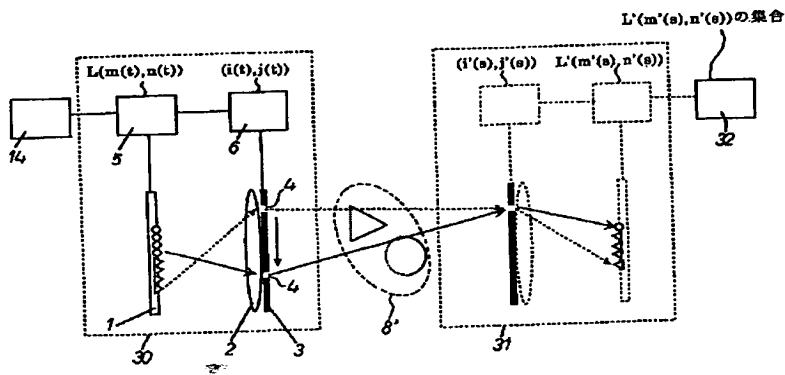
【図35】



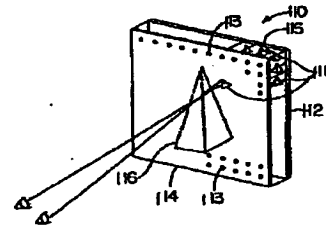
【図36】



【図37】



【図38】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 13 年 2 月 9 日 (2001. 2. 9)

【公開番号】特開平 11-174377
 【公開日】平成 11 年 7 月 2 日 (1999. 7. 2)
 【年通号数】公開特許公報 11-1744
 【出願番号】特願平 9-361956
 【国際特許分類第 7 版】

G02B 27/22
 H04N 13/00
 13/02
 13/04

【F I】

G02B 27/22
 H04N 13/00
 13/02
 13/04

【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 9 月 8 日 (1999. 9. 8)

* 【補正方法】変更

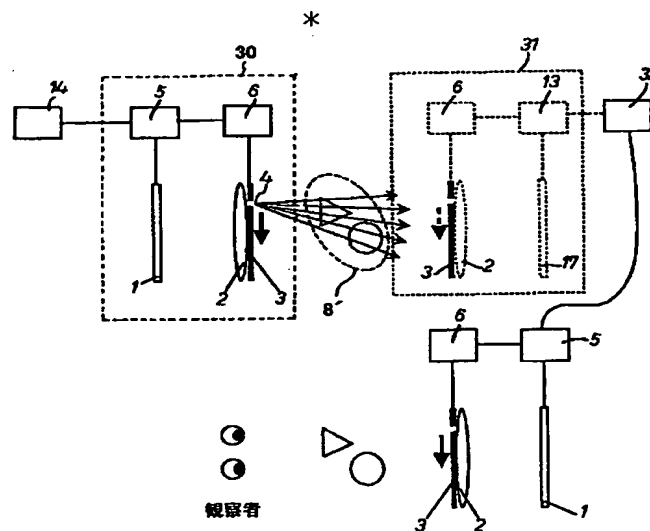
【手続補正 1】

【補正内容】

【補正対象書類名】図面

【図 36】

【補正対象項目名】図 36



THIS PAGE BLANK (USPTO)